

**Contractor: INCD URBAN-INCERC**

**Cod fiscal: RO26752660** (anexa la procesul verbal de avizare interna nr.9/10.09.2019)

**Anexa 10 la Contract nr. 24N/2019-2022**

De acord

**DIRECTOR GENERAL**

**CSI, Conf. univ. dr. arh. habil. urb. Vasile Meită**

Avizat,

**DIRECTOR DE PROGRAM**

**CSII, dr. ing. Claudiu-Lucian MATEI**

## **RAPORT DE ACTIVITATE AL FAZEI**

**Contractul nr.: 24N/2019**

**Proiectul: Cercetari privind realizarea unui sistem integrat pentru asigurarea securitatii spatiului construit, cu generare semi-automata a hartilor PGA provenite din actiuni seismice sau alte surse vibratorii si evaluare rapida a vulnerabilitatii cladirilor instrumentate**

**Faza 3: Studii privind identificarea și achiziția echipamentelor adecvate monitorizării**  
**Termen de încheiere a fazei: 13.09.2019**

### **1. Obiectivul proiectului:**

Soluții inteligente pentru siguranța, reziliența și monitorizarea patrimoniului construit la seisme: concepte și soluții pentru reducerea riscului seismic, proiectarea, investigarea, consolidarea, reabilitarea și întreținerea construcțiilor.

Realizarea unui sistem integrat pentru asigurarea securității spațiului construit, cu potențial de inovare deschisă (asocierea în rețelele seismice pentru construcții, naționale și internaționale; colaborarea cu alte centre de cercetare; contribuții în managementul dezastrelor etc.).

### **2. Rezultate preconizate pentru atingerea obiectivului:**

- elaborarea hărților de zonare seismică, stabilirea criteriilor de microzonare a teritoriului;
- perfecționarea normativelor de proiectare antiseismică și verificarea noilor prevederi din normative;
- studiul influenței condițiilor geologice locale asupra efectelor seismice, inclusiv caracterizarea modului de interacțiune teren-structură, a amortizării, în condițiile specifice de amplasament, corelate și cu datele înregistrate de aparatele pe teren liber învecinate;
- studiul transmiterii și propagării efectelor seismice în structuri multietajate, verificarea și certificarea modelelor dinamice structurale sau a modelelor matematice utilizate, comparația criteriilor de proiectare cu răspunsul real și avariile;
- identificarea caracteristicilor structurale, a efectului modurilor superioare proprii de oscilație, în comparație cu datele obținute la microseisme;

- verificarea deplasărilor relative de nivel maxime, a răspunsului de torsiune (dificil de stăpânit, în special pentru structurile asimetrice);
- identificarea necesităților de reparare și consolidare precum și a eficienței unor măsuri de intervenție precedente.

### 3. Obiectivul fazei:

Identificarea echipamentelor adecvate monitorizării cladirilor, achiziția și stabilirea modalității de integrare a acestora în Sistemul de transmisie în timp real al INCD URBAN-INCERC.

### 4. Rezultate preconizate pentru atingerea obiectivului fazei:

- prezentare principale caracteristici ale unor echipamente pentru înregistrări seismice produse de două companii: Kinematics, USA și GeoSIG, Elveția, compatibile cu dotările existente în cadrul Rețelei Naționale Seismice pentru Construcții, în scopul extinderii și dezvoltării eficiente a acestei infrastructuri;
- achiziția acestor echipamente, pe baza Caietului de sarcini elaborat și prezentat;
- integrarea/amplasarea noilor echipamente în locații din București și țară.

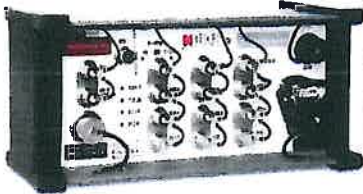

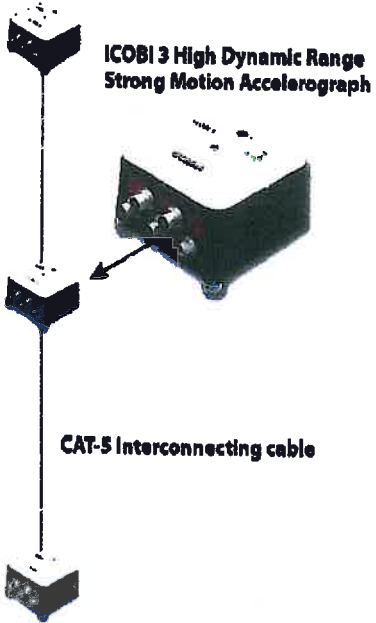
### 5. Rezumatul fazei: (maxim 5 pagini)

Rețeaua Națională Seismică pentru Construcții are în prezent în dotare **66 echipamente** de înregistrare, dintre care 4 sunt sisteme de achiziție date utilizate pentru instrumentarea seismică temporară în vederea stabilirii parametrilor dinamici ai construcțiilor de tip perioade/frecvențe proprii de oscilație ale clădirii.

Din cele 62 echipamente de înregistrare date în teren (sisteme de înregistrare multicanal, accelerometre, accelerografe cu senzori interni/externi triaxilari), 28 sunt sisteme de înregistrare produse de compania Kinematics, USA.

În acest context, s-au studiat aspecte generale, caracteristici tehnice, specificații tehnice ale următoarelor echipamente *produse de compania Kinematics, USA*:

- SISTEMUL DE ÎNREGISTRARE MULTICANAL OBSIDIAN 4X / 8X / 12X / 24X / 36X
- ACCELEROGRAFUL DIGITAL ETNA 2 (Kinematics)
- SISTEMUL DE ÎNREGISTRARE ICOBI 3 (Kinematics)
- ACCELEROMETRUL/SENZORUL SEISMIC EpiSensor ES-T Force Balance Accelerometer (Kinematics)
- ACCELEROMETRUL/SENZORUL SEISMIC EpiSensor ES-U2 Uniaxial Force Balance Accelerometer (Kinematics)

<p><i>Obsidian 4X/8X</i> este noul echipament de înregistrare conceput pentru a oferi flexibilitatea cerută de soluțiile de monitorizare a viitoarelor cutremure, fiind cel mai versatil înregistrator seismic actual.</p>	<p><i>ETNA 2</i> reprezintă generația viitoare de accelerografe, cu capacități de monitorizare bazate pe aplicații web asociate cu alte echipamente Kinometrics (de ex. accelerometrul EpiSensor).</p>	<p>Sistemul de instrumentare a clădirilor (<i>iCOBI</i>) necesită amplasarea a cel puțin trei accelerografe, în cazul unei structuri de peste zece etaje, de ex., după o schema verticală și interconectate / sincronizate.</p>
		 <p>ICOB1 3 High Dynamic Range Strong Motion Accelerograph</p> <p>CAT-5 Interconnecting cable</p>

<p>Unitatea constă în 3 module de accelerometre tip <i>EpiSensor ES-T</i> montate ortogonal într-o carcasă de dimensiuni mici</p>	<p><i>ES-U2</i> oferă înregistrarea la scară a mișcărilor seismice într-o mare varietate de tipuri de structuri.</p>
	

De asemenea, în cadrul Rețelei Naționale Seismice pentru Construcții sunt instalate 34 de echipamente GeosIG, dintre care 2 GSR24 și 32 stații de înregistrare GMS-18. Aceste echipamente reprezintă un procent de aproximativ 55% din totalul echipamentelor de înregistrare existente în cadrul rețelei seismice. Aceste echipamente sunt dotate cu senzori

interni triaxiali de tip AC43i, din categoria MEMS (Micro Electro-Mechanical Systems). De remarcat ca acest tip de senzori sunt mai puțin performanți comparativ cu senzorii moderni AC73i de tip Force Balance Accelerometer.

### Caracteristici tehnice ETNA2

ETNA 2 este ușor de utilizat fiind proiectat în conexiune cu aplicația software Rockhound, implementată inițial pe instrumente Basalt și în prezent pe instrumente Obsidian ;

ETNA 2 oferă caracteristici esențiale ale accelerografelelor pentru o gamă variată de aplicații de monitorizare a mișcărilor seismice;

ETNA 2 poate fi utilizat în avertizare seismică timpurie, monitorizarea structurilor, prospectări post-seisme, monitorizarea mișcărilor seismice induse legate de exploatarea de petrol și gaze, activități de injecție a fluidelor geotermale;

În operațiunile de mentenanță a unui număr mare de stații seismice, este implementat un sistem simplificat Streamlined Station Maintenance (SSM) care permite utilizarea browser-ului pentru înregistrarea activităților de mentenanță (actualizare software, inspecții pe amplasament, înlocuire baterii în locațiile stațiilor). Registrele pot fi automat încărcate către centrul de date pentru arhivare.

- 3 canale de senzori cu suport triaxial intern EpiSensor
- convertor Delta Sigma 24 biți, câte unul pe canal;
- adaptat la performanța accelerometrului EpiSensor;
- integrare sistem GPS;
- înregistrarea și comunicarea frecvențelor de eșantionare multiple;
- avertizare seismică timpurie cu latență redusă 0.1s;
- protocoale de telemetrie multiple: protocol ORB sau domenii publice Earthworm și SeedLink;
- sistem de întreținere Streamlined Station Maintenance (SSM);
- date descărcate automat într-o unitate conectată la port USB, înregistrare paralelă a datelor prin USB extern;
- sistem de comunicare wireless prin USB – conectare Wi-Fi sau modem celular;
- monitorizarea stării de funcționare, inclusiv tensiunile de intrare și alimentare, temperatură internă, diagnosticul rețelelor de comunicații, stocare disponibilă;
- securitatea rețelelor de internet (IP) prin SSH și SSL;
- protecția tensiunii inverse și siguranțe auto-resetabile;
- LED-uri de stare a sistemului;
- rezistența la imersie temporară la 1 m adâncime (certificare IP67);
- proiectat pentru conformitate RoHS și facil de reciclat.

### Specificații tehnice




#### Senzor:

Tip:	senzor triaxial EpiSensor ES-T Force Balance Accelerometers, orientat ortogonal, intern (standard)
Interval de măsurare:	±1g, ±2g, ±4g

Bandă de frecvențe:	DC - 200 Hz
Interval dinamic:	155 dB+
Setări:	setare factori, resetare software
<b>Digitizor:</b>	
Canale:	3 canale pentru senzorii interni
Interval dinamic:	~ 130 dB la 100 sps (definit ca RMS video până la zgomot redus intrare RMS) ~ 139 dB la 100 sps (definit ca scară maximă de vârf până la zgomot redus intrare RMS)

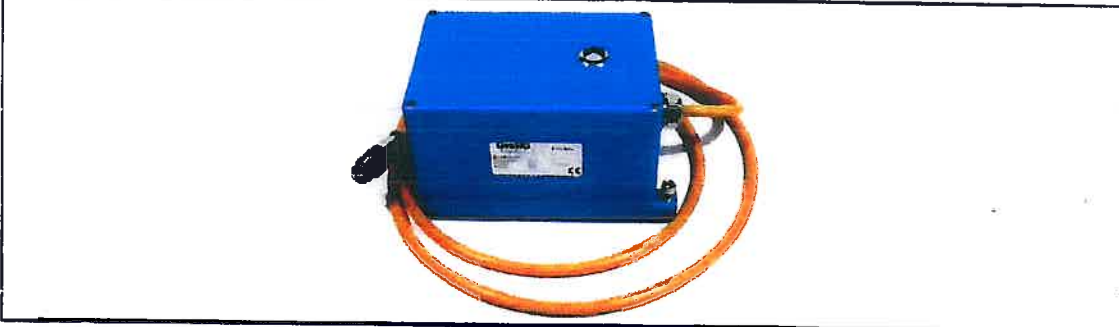
In acest context, s-au studiat aspecte generale, caracteristici tehnice, specificatii tehnice ale urmatoarelor echipamente produse de compania GeoSIG, Elvetia:

- SISTEMUL DE INREGISTRARE MULTICANAL GMS-PLUS (GEOSIG)
- SISTEMUL DE INREGISTRARE MULTICANAL GMS-18, înregistrator seismic NetQuakes (GeoSIG)
- SISTEMUL DE ÎNREGISTRARE MULTICANAL SCAI (GeoSIG)
- SISTEMUL DE INREGISTRARE CU SENZORI DIGITALI (GeoSIG)
- ACCELEROMETRUL/SENZORUL SEISMIC AC23 (GeoSIG)
- ACCELEROMETRUL/SENZORUL SEISMIC AC43 (GeoSIG)
- ACCELEROMETRUL/SENZORUL SEISMIC AC73 (GeoSIG)

<p>A doua generație de <i>NetQuakes Recorder</i></p>	<p><i>GMS-18</i> reprezintă a doua generație de sisteme de măsurare GeoSIG cu capabilitate de conectivitate extinsă și flexibilitate. Unitatea este proiectată în coordonare cu USGS, cu extindere în America de Nord prin sistemul NetQuakes.</p>	<p><i>SCAI</i> oferă posibilitatea reală de a înregistra orice mișcare dinamică cu multe caracteristici și opțiuni.</p>
		

<p>Sistemul este format din senzorul GMSplusD și accelerometre digitale AC-7xD sau AC-4xD, cu opțiunea de a adăuga senzori analogici.</p>	<p>AC-23 este un senzor accelerometru triaxial proiectat pentru mișcare puternică și cu aplicații în domeniul industrial unde este necesară o sensibilitate ridicată.</p>	<p>AC-43 este un accelerometru triaxial conceput pentru aplicații urbane și industriale în ceea ce privește instrumentarea/monitorizarea mișcărilor seismice puternice, a oricărui tip de vibrații, precum și sistemele de alarmare și switch.</p>
		

AC-73 este un adevărat accelerometru triaxial electro-mecanic pentru foraje, proiectat pentru monitorizarea cutremurului în bandă largă și aplicații care necesită senzori extrem de sensibili și robusti, cu o întreținere minimă și o metodă simplă de testare periodică.



Fișă comparativă: caracteristici tehnice sisteme de înregistrare multicanal/ accelerometre de tip strong motion produse de companiile Kinometrics și echipamente GeosIG

Model	Canale	Interval dinamic	Rezoluție	Frecvență esanționar e	Memorie / Tip înregistr are	Baterie/ Autonomie	Dimensiuni	Banda frecvente	Caracteristici specifice
<b>OBSIDIAN 4x - 36x (Kinometrics)</b>	4-36	130 dB	ADC 24 biti / canal (200 sps)	1, 10, 20, 50, 100, 200, 250, 500, 1000, 2000, 5000	32 GB Evenime nt 4GB Sistem	12 VDC, 12-18 Ah	356x140x173m m	DC - 80 Hz	Senzori externi triaxial EpiSensor ES-T sau uniaxiali, EpiSensor ES-U2 sistem GPS, date format MiniSEED, EVT, ASCII, interfata Ethernet
<b>ETNA 2 (Kinometrics)</b>	3	155 dB+	ADC 24 biti / canal (200 sps)	1, 10, 20, 50, 100, 200, 250, 500	32 GB Evenime nt	12 VDC, 9-12 Ah	150x150x75m m	DC - 200 Hz	Senzor intern triaxial EpiSensor ES-T, sistem GPS, date format MiniSEED, EVT, ASCII, interfata Ethernet
<b>ICOBI 3 (Kinometrics)</b>	9 (3x3)	155 dB+	ADC 24 biti / canal (200 sps)	100,200	32 GB Evenime nt	12 VDC, 9-12 Ah	150x150x75m m	DC - 200 Hz	Senzori intern triaxial EpiSensor ES-T, sistem GPS, date format MiniSEED, EVT, ASCII, interfata Ethernet
<b>GMS Plus (GeoSIG)</b>	3 sau 6	>130 dB	D-S ADC 24 biti/canal	50, 100, 200, 250, 500; 1000 (optional),	8-128 GB Evenime nt	12 VDC, 7 sau 9 Ah	296x175x140 mm 296x225x156 mm (cu placa)	40% din frecventa de esanționar e	Inregistrari PGA, PGV, PGD, RSA Date format MiniSEED, Ethernet, filtru anti-alias FIR

Model	Canale	Interval dinamic	Rezoluție	Frecvență esantionară	Memorie / Tip înregistrare	Baterie/ Autonomie	Dimensiuni	Banda frecvențe	Caracteristici specifice
<b>GMS-18 NetQuakes (GeoSIG)</b>	3 sau 6	>130 dB	D-S ADC 24 biti/canal	3 canale: 50, 100, 200, 500 sps 6 canale: 50, 100, 200 sps	2-32 GB Eveniment	12 VDC, 7.2 Ah, >24 ore	296x175x140 mm 296x225x156 mm (cu placa)	40% din frecvența de esantionare	Inregistrări PGA, PGV, PGD, RSA Date format MiniSEED, Ethernet, filtru anti-alias FIR
<b>SCAI DAS (GeoSIG)</b>	3 sau 6	>130 dB	D-S ADC 24 biti/canal	3/6 canale: pana la 2000 sps	8-128 GB Eveniment	12 VDC, 7 sau 9 Ah	296x175x140 mm 296x225x156 mm (cu placa)	40% din frecvența de esantionare	Inregistrări PGA, PGV, PGD, RSA Date format MiniSEED, Ethernet, filtru anti-alias FIR
<b>Digital Sensor System (GeoSIG)</b>	3 - 15	>130 dB	D-S ADC 24 biti/canal	Analog: 50, 100, 200, 250, 500, 1000 sps Digital: pana la 1000; cu 1 senzor pana la 500, cu mai multi senzori pana la 200	8Gb Eveniment	internă: reîncarcabil ă, 12 VDC, 7 sau 9 Ah externă: reîncarcabil ă, 12 VDC, 15 - 100Ah	296x175x140 mm 296x225x156 mm (cu placa)	40% din frecvența de esantionare	Inregistrări PGA, PGV, PGD, RSA Date format MiniSEED, Ethernet, filtru anti-alias FIR



**6. Rezultate, stadiul realizării obiectivului fazei, concluzii și propuneri pentru continuarea proiectului** (se vor preciza stadiul de implementare a proiectului, gradul de îndeplinire a obiectivului cu referire la tintele stabilite și indicatorii asociați pentru monitorizare și evaluare).

În această fază a proiectului au fost identificate echipamentele adecvate monitorizării, pe baza unor studii privind totalitatea parametrilor tehnici ai echipamentelor și stabilitatea modalității de integrare a acestora în cadrul rețelei seismice a INCD URBAN-INCERC, ținând cont de compatibilitatea cu celelalte segmente ale sistemului de monitorizare, spre ex. integrarea în sistemul de transmisie a datelor seismice pus la dispoziție de către Serviciul de Telecomunicații Speciale.

În vederea sistematizării caracteristicilor tehnice ale echipamentelor, a fost prezentată *fișa comparativă: caracteristici tehnice stații de înregistrare multicanal/ accelerometre de tip strong motion produse de companiile Kinematics și echipamente GeoSIG.*

În continuarea acestei faze, utilizând noile echipamente, este propusă etapa în care va fi realizat un studiu de caz privind monitorizarea seismică permanentă a două clădiri de utilitate publică, din București, în principal.

În Anexa lucrării este prezentat *Catetul de sarcini* elaborat pe baza studiilor realizate în vederea identificării echipamentelor adecvate monitorizării.

**Responsabil proiect**

CSIII, Conf. univ. dr. ing. Claudiu-Sorin Dragomir

